

鋼上路式ローゼ橋における制震ダンパーの設置およびアーチ支承部のコンクリートヒンジ化施工について

日本橋梁建設土木施工管理技士会

川田工業株式会社

北陸事業部工事課総括工事長

額 谷 啓 司[○]

Keiji Nukatani

北陸事業部構造技術課係長

泉 谷 智 之

Tomoyuki Izumiya

1. はじめに

岐阜県岐阜市と富山県高岡市を結ぶ一般国道156号は、第1次緊急通行確保路線に位置付けられており、平行路線としては東海北陸自動車道のみとなっている。

湯出島橋（図-1）が掛かる南砺市上梨地内は、世界文化遺産に登録されている飛騨白川郷や五箇山合掌集落を結ぶ間に位置し、同国道は主要観光路線になっている。

平成16年10月に発生した新潟県中越地震を機に「緊急輸送道路の耐震補強3箇年プログラム」が策定されたが、湯出島橋は特殊な構造を有する橋梁に該当し、このプログラムでは耐震補強を行うことが出来なかった。

近年、耐震補強工法は著しく進歩しており、新たな制震デバイスが研究開発・商品化されている。



図-1 着工前全景写真

本稿では、これら製品を用いた湯出島橋の耐震補強工事の内、主に制震ダンパーの設置およびアーチ支承部のコンクリートヒンジ化について、その施工概要と品質確保のために行った創意工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道156号湯出島橋耐震補強工事
- (2) 発 注 者：富山県砺波土木センター
- (3) 工事場所：富山県南砺市上梨地内
- (4) 工 期：平成26年4月1日～平成26年12月12日
- (5) 橋梁形式：鋼上路式ローゼ橋，鋼単純合成桁橋他
- (6) 橋 長：453.9m(内、工事対象は202.6m)
- (7) 有効幅員：〔車道〕8.0m，〔歩道〕1.5m
- (8) 完 成 年：昭和50年(平成27年現在、橋齢40歳)

湯出島橋は、前年度に一部の耐震補強工事が施工済みであり、該当するアーチリブ横構および支柱対傾構が、座屈拘束ブレースに取り替えられている。

本橋の耐震補強として、アーチ径間と側径間が一体として挙動させた方が、A1橋台およびP3橋脚に設置する制震装置が効果的に働くことから、本工事では、P1，P2橋脚における橋軸方向固定装置の設置、A1橋台およびP3橋脚における支承加工も一緒に行っている（図-2）。

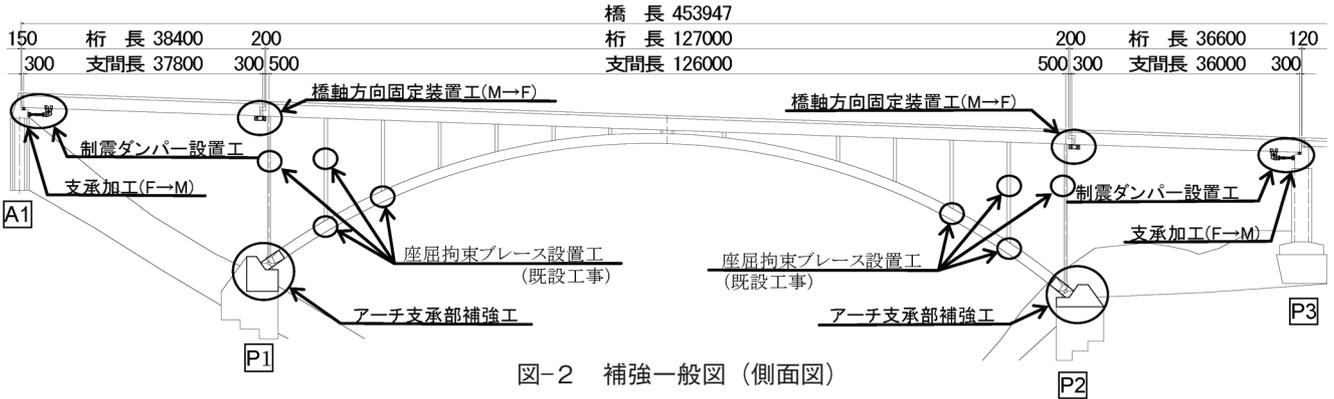


図-2 補強一般図(側面図)

2. 制震装置設置工

A1橋台, P3橋脚に設置される変位拘束型ダンパー(以降, 制震ダンパー)は, シリコン系粘性材の流動抵抗により地震時の大きな衝撃力を受け止め, 入力エネルギーを効率良く吸収・逸散し応答加速度や変位を効果的に抑制する製品が採用された(図-3)。

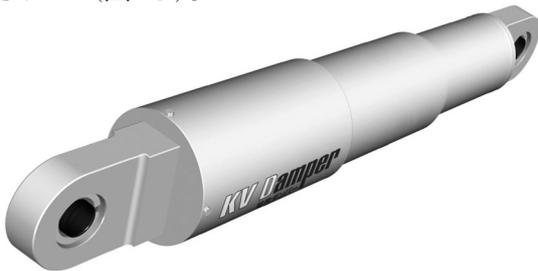


図-3 変位拘束型ダンパー(KVダンパー)

(1) 現場における問題点

制震ダンパーの設置にあたっては, 設置箇所における桁温度による挙動が問題であった。アーチ径間部に側径間を一体化させて, 支承の固定可動条件を変更させる本工事では, 温度による桁の移動方向が変更前後では異なるからである。

(2) 対応策と適用効果

そこで, 他工種を含めた施工手順を整理すると共に, それを踏まえた温度管理表を作成して, 制震ダンパーの設置を行った(図-4, 5)。

制震ダンパーは, ある程度速度をもった外力に対しては剛性が非常に高いため, 現場でストローク調整することは困難となる。そこで, 制震ダンパー取付時の温度を想定して, 取付時設計長よりも20mm短いストローク長で両端クレビスを仮固

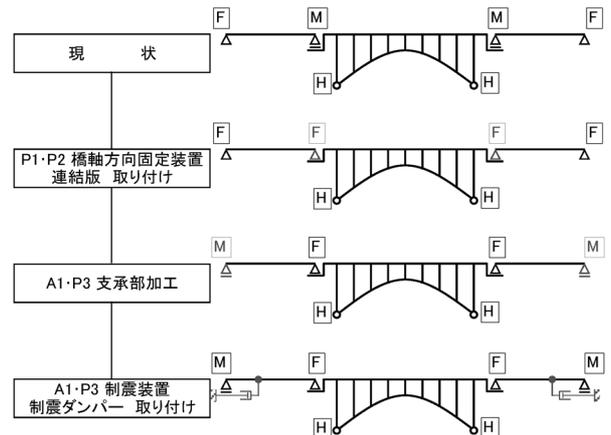


図-4 制震ダンパー取り付けフローチャート

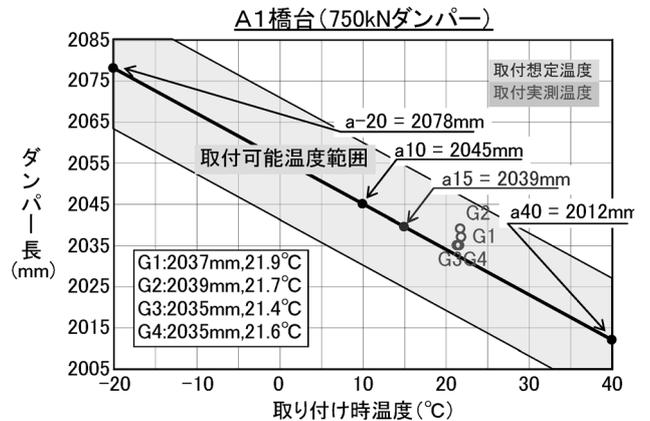


図-5 取付時温度とダンパー長

定して, 現地搬入・設置を行った。

また, シリンダーの太くなっているところは保護パイプ(カバー)であり, 玉掛け索が掛からない様に仮固定材を吊って設置作業を行った(図-6)。

以上の配慮から, 取付時に想定した製品長に対して, 適切な取付間隔の元, 制震ダンパーを設置することができた(図-7)。



図-6 制震ダンパー設置状況

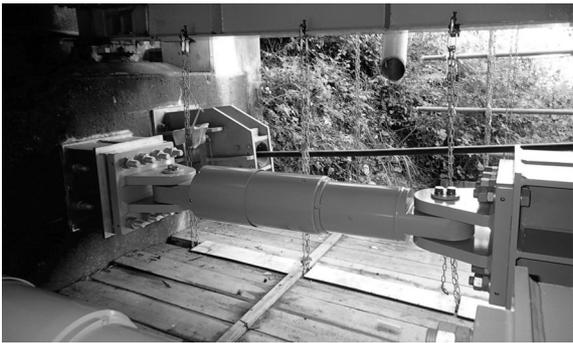


図-7 制震ダンパー設置完了

3. アーチ支承部補強工

湯出島橋は上路式ローゼ形式であり、アーチ支点部はヒンジ構造となっている。ただし、ヒンジ部はレベル2地震動を想定した設計が行われていないことから、従来のタイプA支承（支承単体ではレベル2地震動の耐力を有していない）と見なされる。

ヒンジ部はアーチ構造を支える重要部材であり、レベル2地震動に対する耐力を有する必要があるが、支承本体を取り替えるのは困難なため、タイプB相当の支承として耐力を有し、橋軸直角方向の地震力に対して負反力が生じない様な構造が

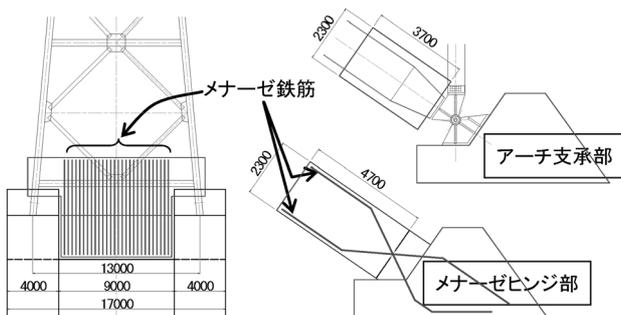


図-8 アーチ基部メナーゼヒンジ構造

求められた。

そこで、最下段水平支材をコンクリートで巻き立て、メナーゼ鉄筋で下部工と一体化する案が採用された（図-8）。

(1) 現場における問題点

メナーゼヒンジの施工は、既設下部工に接する3面を拘束されたマスコンクリート施工となるため、熱影響によるひび割れの発生が懸念された（図-9）。

マスコンクリートとは、部材断面の最小寸法が大きく、かつセメントの水和熱による温度上昇で有害なひび割れが入るおそれがある部位のコンクリートである。

(2) 対応策と適用効果

そこで、現設計におけるひび割れ発生の可能性とセメント特性や誘発目地に着目したひび割れ抑制効果を検証するため、温度応力解析を実施した。

温度解析は、3次元の解析モデルを用いて、当初設計の配合を含む、セメント、打込み温度、目地箇所数に着目した計6ケースについて行った（図-10）。

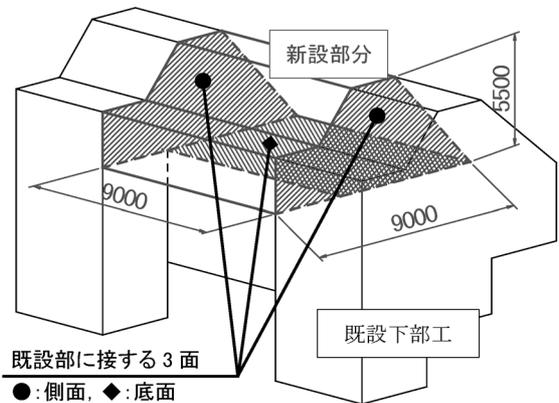


図-9 下部工全体図（P1基部）

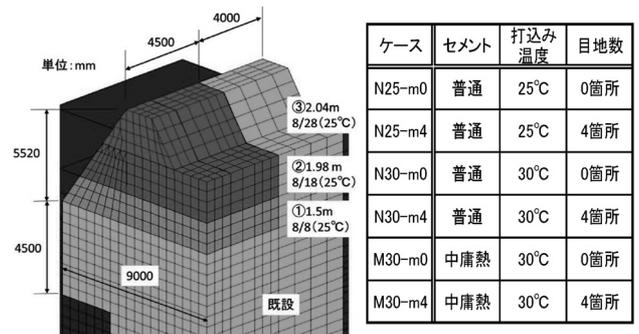
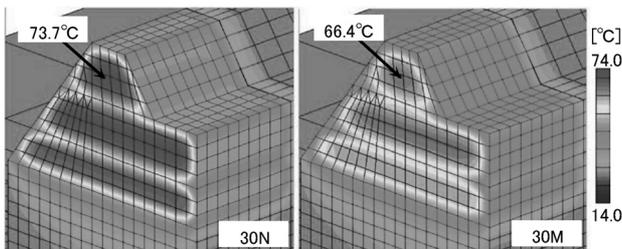


図-10 3次元1/2モデルおよび解析ケース

解析より、普通ポルトランドセメントから中庸熱ポルトランドセメントへ変更することで、コンクリート内部で発生する水和熱を7℃程下げられることが判った(図-11)。また、当初計画されてなかった目地を4箇所併用することで、橋軸直角方向の応力を2.5N/mm²程低減できることが判った(図-12)。

図-13に使用セメント毎の目地間隔と最小ひび割れ指数の関係を示す。ひび割れ指数とは、コンクリートに発生する引張応力に対する引張強度の比と定義されており、その値が大きいほどひび割れ発生リスクは小さい。一般に、ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならない様に制限したい場合、ひび割れ指数は1.0以上とし



(a) 普通ポルトランドセメント (b) 中庸熱ポルトランドセメント
図-11 温度分布(打込み温度30℃)

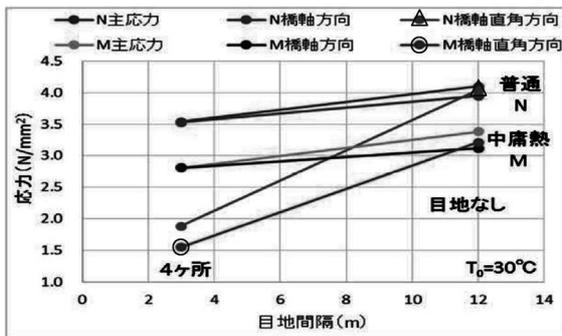


図-12 目地間隔と発生応力の関係

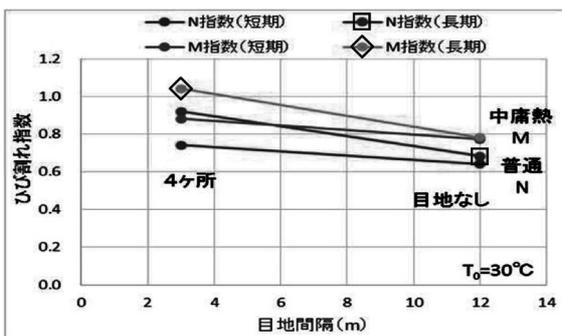


図-13 目地間隔と最小ひび割れ指数の関係



図-14 アーチ基部コンクリート施工完了



図-15 完成写真(左岸上流側より)

ている。

当初設計(普通ポルトランドセメント/目地0箇所)では0.7程度であったひび割れ指数が、中庸熱ポルトランドセメントおよび目地4箇所に変えることによって、1.0以上となることが判明した。

本結果は発注者へ報告し、提案の上、実施工へ反映させて、有害なひび割れを一切発生させることなく、アーチ基部コンクリートの施工を完了することができた(図-14)。

4. おわりに

湯出島橋の耐震補強工事は、アーチ基部コンクリートの施工を終え、平成26年12月に無事竣工を迎えることができた(図-15)。

最後に、本工事の施工にあたり、発注者である富山県砺波土木センター並びに関係機関の皆様には、多大なるご指導・ご協力を賜りました。また、工事期間中は、地元の皆様にご迷惑をお掛けしつつ、多大なるご理解とご協力を頂戴しました。本紙を借りて厚くお礼申し上げます。